



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 11 MAY 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03425199.1

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03425199.1  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 31.03.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Magnetek S.p.A.  
Via S. Giorgio 642  
52028 Terranuova Bracciolini (Arezzo)  
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H04Q9/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

Metodo e relativo protocollo per la trasmissione di informazioni tra una unità di raccolta ed una pluralità di dispositivi di controllo e sistema impiegante detto metodo

### Descrizione

#### 5 Campo tecnico

La presente invenzione riguarda un metodo per consentire la trasmissione di dati tra una unità di raccolta ed una pluralità di dispositivi di controllo, nonché un sistema che utilizza questo metodo di trasmissione. L'invenzione riguarda anche un dispositivo di controllo per attuare un metodo  
10 del tipo sopra indicato.

Più in particolare, l'invenzione riguarda un sistema comprendente una pluralità di dispositivi elettrici, associati ciascuno ad un dispositivo di controllo, ed in cui i vari dispositivi di controllo possono comunicare ricevendo e/o trasmettendo dati, informazioni o comandi verso e da una  
15 unità centrale di raccolta dati attraverso un canale di comunicazione comune. In particolare, ma non esclusivamente, l'invenzione riguarda un sistema in cui la trasmissione dei dati avviene tramite onde convogliate lungo la linea di alimentazione elettrica dei vari dispositivi elettrici a cui sono associati i dispositivi di controllo.

#### 20 Base dell'invenzione

In molteplici settori industriali e civili può essere utile disporre di un sistema che consenta di scambiare informazioni o dati tra una unità di controllo o di raccolta dati ed una pluralità di apparecchi o dispositivi elettrici per vari scopi. Ad esempio, può essere utile disporre di un sistema di  
25 controllo del funzionamento di vari punti di illuminazione in una rete di illuminazione pubblica od anche all'interno di un edificio o di un'area industriale, una struttura aeroportuale od altro. In questo caso i dispositivi elettrici sono costituiti dai corpi illuminanti. Un sistema di questo tipo può essere utilizzato da un lato per inviare comandi od istruzioni (ad esempio di  
30 accensione selettiva) dei vari dispositivi e dall'altro per raccogliere informazioni sulle condizioni di funzionamento di tali dispositivi allo scopo di intervenire in caso di malfunzionamento.

### Scopi e sommario dell'invenzione

L'invenzione ha lo scopo di realizzare un metodo che consente in modo affidabile lo scambio di informazioni tra dispositivi di controllo associati  
dispositivi elettrici ed una unità di raccolta utilizzando la linea di  
5 alimentazione elettrica dei dispositivi stessi tramite un sistema ad onde  
convogliate.

Sostanzialmente, secondo un primo aspetto l'invenzione riguarda  
metodo di comunicazione fra una unità di raccolta ed una pluralità di  
dispositivi di controllo, ognuno dei quali è associato ad almeno un dispositivo  
10 elettrico, tramite un canale di comunicazione, in cui fra detta unità di raccolta  
e detti dispositivi di controllo vengono scambiati messaggi, ciascuno dei quali  
contiene:

- un numero progressivo di messaggio,
- un numero identificativo di mittente,
- 15 - un numero identificativo di destinatario,
- una porzione di contenuto informativo e/o di comandi eseguibili,
- un contatore.

Inoltre, ad ogni dispositivo di controllo ed a detta unità di raccolta è  
assegnato un proprio numero identificativo così che i messaggi possono  
20 essere indirizzati selettivamente ad un determinato dispositivo di controllo  
tramite il numero identificativo di destinatario.

Con una disposizione di questo tipo, è possibile prevedere che  
quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio contenente un  
numero identificativo di destinatario diverso dal proprio numero identificativo  
25 esso trasmetta sul canale di comunicazione un'eco del messaggio ricevuto.  
Questo consente di rigenerare il messaggio in modo che esso raggiunga  
infine il destinatario, cioè il dispositivo di controllo o l'unità di raccolta a cui  
esso è indirizzato, a prescindere dalla distanza tra emettitore del messaggio  
e destinatario del messaggio, e quindi anche quando il canale di  
30 comunicazione è disturbato oppure quando i vari dispositivi sono tra loro  
particolarmente distanti.

Secondo una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa, il

canale di comunicazione è costituito da una linea di alimentazione elettrica dei dispositivi elettrici a cui sono associati i dispositivi di controllo. In tal caso la trasmissione avviene tramite onde convogliate sulla linea di alimentazione per mezzo di modem appositamente realizzati per questa funzione e noti con  
5 il nome di PLM (Power Line Modem). In una configurazione di questo tipo il metodo secondo l'invenzione consente di trasmettere e ricevere informazioni anche con linee elettriche molto lunghe.

Nel seguito verrà fatto specifico riferimento proprio ad una applicazione di questo tipo, con un canale di comunicazione costituito da  
10 una linea di alimentazione elettrica con trasmissione tramite onde convogliate. Peraltro si deve comprendere che molteplici aspetti innovativi della presente invenzione descritti nel seguito in questa applicazione specifica trovano applicazione anche in sistemi con canali di comunicazione di diverso tipo, ad esempio tramite onde radio. In tal caso si può prevedere  
15 che i dispositivi elettrici siano alimentati da una linea elettrica che non svolge funzione di canale di comunicazione, oppure anche alimentati da gruppi autogeni, accumulatori elettrici od altro. Non è esclusa la possibilità di applicare il metodo della presente invenzione in sistemi misti o ibridi, dove il canale di comunicazione è costituito in parte da una linea di alimentazione  
20 elettrica ed in parte da un canale diverso, ad esempio etere, un cavo dedicato, un bus di trasmissione dati od altro.

Allo scopo di evitare che un certo messaggio venga ripetuto all'infinito, anche quando ad esempio il destinatario a cui esso è indirizzato non lo riceve o non risponde perché guasto, secondo una prima forma di  
25 realizzazione del metodo secondo l'invenzione viene previsto che il messaggio contenga anche un contatore e che ad ogni generazione di eco il contatore venga decrementato. In questo modo prima di trasmettere l'eco di un messaggio, il dispositivo di controllo che riceve un messaggio non ad esso indirizzato, verifica il valore del contatore e trasmette l'eco del  
30 messaggio solo se il valore del contatore del messaggio ricevuto è superiore ad un valore minimo prestabilito, ad esempio superiore a zero. Il valore iniziale a cui viene posto il contatore ogni volta che viene generato un nuovo

messaggio è vantaggiosamente pari almeno al numero di dispositivi di controllo collegati alla linea di alimentazione.

Per evitare una sovrapposizione di echi, secondo una vantaggiosa forma di realizzazione del metodo secondo l'invenzione ciascun dispositivo  
5 di controllo trasmette detta eco del messaggio ricevuto con un proprio ritardo, i ritardi con cui detti dispositivi di controllo trasmettono l'eco dei messaggi ricevuti essendo in questo modo in linea di principio tutti diversi l'uno dall'altro. Questi ritardi possono essere determinati, ad esempio, in base al numero identificativo del singolo dispositivo di controllo e possono  
10 essere proporzionali alla durata del messaggio.

In una diversa forma di realizzazione, per evitare la generazione di echi all'infinito dello stesso messaggio, si può prevedere che un determinato dispositivo di controllo memorizzi, in una memoria temporanea di tipo circolare, una informazione identificativa del messaggio di cui genera l'eco.  
15 Nella memoria temporanea vi sarà spazio per un numero determinato e relativamente limitato di informazioni identificative. Il dispositivo è in tal caso programmato in modo tale che prima di generare una eco di un messaggio ricevuto ma non indirizzato ad esso, esegua in primo luogo una verifica se tale messaggio è da esso già stato rigenerato in precedenza tramite una  
20 eco. La verifica viene eseguita confrontando il messaggio ricevuto con le informazioni identificative memorizzate in precedenza. Se risulta che il messaggio corrisponde ad una informazione identificativa memorizzata, il dispositivo non genera l'eco. In questo modo, una volta che un primo dispositivo ha generato ad esempio la prima eco di un messaggio, quando  
25 esso riceve l'eco dello stesso messaggio generato dal dispositivo di controllo successivo non lo genera una seconda volta.

Se l'unità di raccolta emette messaggi indirizzati a specifici dispositivi di controllo con un intervallo temporale superiore al massimo ritardo con cui un messaggio precedente può essere rigenerato tramite eco da parte di tutti  
30 i dispositivi di controllo collegati alla linea, questa procedura evita la ripetizione all'infinito dell'eco di un messaggio che rimane senza risposta, ad esempio a causa del mancato funzionamento del dispositivo a cui è

indirizzato.

Vantaggiosamente, secondo una possibile forma di attuazione del metodo secondo l'invenzione, quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio contenente come numero identificativo di destinatario il proprio  
5 numero identificativo, esso trasmette sulla detta linea un messaggio di risposta nel quale:

- il numero identificativo di mittente corrisponde al numero identificativo di destinatario del messaggio ricevuto;
- il numero identificativo di destinatario corrisponde al numero  
10 identificativo di mittente del messaggio ricevuto;
- il numero progressivo è uguale al numero progressivo del messaggio ricevuto incrementato di un valore predeterminato;
- e la porzione di contenuto informativo e/o di comando (M4) contiene una risposta al messaggio ricevuto.

15 Se il metodo prevede l'uso di un contatore il cui valore viene decrementato ad ogni generazione di eco, nel messaggio di risposta il contatore viene ripristinato al suo valore massimo, in modo che questo messaggio di risposta possa essere rigenerato tramite generazione di una eco per un numero adeguato di volte. Inoltre, il numero progressivo di  
20 messaggio della risposta serve, come verrà chiarito in seguito, a consentire ai restanti dispositivi di controllo di riconoscere quando essi ricevono una risposta ad un messaggio di cui stanno generando l'eco. E' così possibile prevedere che la generazione dell'eco di ciascun messaggio, inviato dall'unità di raccolta ad un determinato dispositivo di controllo, da parte dei  
25 restanti dispositivi di controllo cessi appena ad esso è stata data una risposta.

I messaggi strutturati come sopra definito sono indirizzati a dispositivi specifici. Cioè l'unità di raccolta può indirizzare informazioni, comandi o richieste di informazioni ad uno o più dispositivi selettivamente ed  
30 eventualmente in modo sequenziale. Questo può essere utile ad esempio ogni qualvolta si desidera verificare le condizioni di corretto funzionamento di uno o più dispositivi elettrici a cui i dispositivi di controllo sono interfacciati,

oppure se si desidera accendere, spegnere o regolare singolarmente uno o più dispositivi elettrici.

Peraltro, il metodo secondo l'invenzione può essere ulteriormente perfezionato prevedendo la possibilità di inviare tramite l'unità di raccolta  
5 messaggi destinati in generale a tutti i dispositivi di controllo ovvero a tutti i dispositivi elettrici con essi interfacciati. I messaggi non selettivamente indirizzati bensì rivolti generalmente a tutti i dispositivi di controllo saranno nel seguito definiti messaggi broadcast. Questi messaggi in generale non richiedono una risposta e comunque non sono caratterizzati da un  
10 identificativo di destinatario specifico. Qualunque dispositivo che li riceve deve considerarli come inviati a sé stesso, ma allo stesso tempo è opportuno prevedere la possibilità che anche tali messaggi vengano rigenerati tramite eco, per superare il problema delle perdite sulla linea e raggiungere quindi anche dispositivi di controllo molto remoti.

15 A tale scopo, viene vantaggiosamente previsto che i messaggi broadcast siano caratterizzati da un contatore e che ciascun dispositivo che li riceve, oltre a leggere il contenuto del messaggio ed eventualmente a dar seguito alle istruzioni od ai comandi in esso contenuti, emetta un'eco del messaggio, decrementando il contatore. In tal modo. In sostanza,  
20 diversamente dai messaggi indirizzati ad uno specifico dispositivo di controllo, che vengono o letti ed eseguiti o rigenerati tramite eco, i messaggi broadcast vengono sia letti ed eventualmente eseguiti, sia rigenerati tramite eco da qualunque dispositivo li riceva. Il contatore ed il decremento del valore del contatore ad ogni generazione di eco serve allora in questo caso  
25 ad evitare che i vari messaggi di broadcast vengano rigenerati all'infinito.

I messaggi di broadcast possono essere usati ad esempio per inviare l'orario corrente a ciascun dispositivo di controllo, oppure per inviare comandi che devono essere eseguiti indistintamente. Nel caso di impianti di illuminazione, un messaggio di broadcast indirizzato ai vari dispositivi di  
30 controllo associati a vari dispositivi di illuminazione può essere utilizzato per comandare l'accensione simultanea dei vari dispositivi di illuminazione, oppure per ridurre il flusso luminoso.



Secondo una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa dell'invenzione, il metodo prevede una fase iniziale di accreditamento dei dispositivi di controllo da parte dell'unità di raccolta, durante la quale detta unità di raccolta assegna a ciascun dispositivo di controllo il proprio numero  
5 identificativo.

Secondo un diverso aspetto, l'invenzione riguarda un segnale digitale per lo scambio di informazioni o comandi tra una unità di raccolta ed una pluralità di dispositivi di controllo, detta unità di raccolta e detti dispositivi di controllo essendo tra loro collegati attraverso un canale di comunicazione,  
10 ad esempio ma non esclusivamente una linea di alimentazione di dispositivi elettrici associati a detti dispositivi di controllo. Secondo l'invenzione, questo segnale viene trasmesso sul canale di comunicazione e comprende:

- un campo contenente un numero progressivo di messaggio;
- un campo contenente un numero identificativo di mittente;
- 15 - un campo contenente un numero identificativo di destinatario;
- eventualmente un campo contenente un contatore;
- e vantaggiosamente un campo contenente un codice di controllo dell'integrità del messaggio.

Secondo un ulteriore aspetto, la presente invenzione riguarda un  
20 sistema per l'attuazione del metodo suddetto. Le caratteristiche del sistema e dei suoi componenti, nonché ulteriori caratteristiche e vantaggiose forme di attuazione del metodo secondo l'invenzione sono indicate nelle alleghe rivendicazioni e verranno descritte in maggiore dettaglio nel seguito con riferimento ad un esempio di attuazione non limitativo dell'invenzione.

#### 25 **Breve descrizione dei disegni**

Il trovato verrà meglio compreso seguendo la descrizione e l'unito disegno, il quale mostra una pratica forma di attuazione non limitativa dell'invenzione. Più in particolare, nel disegno: la

Fig.1 mostra uno schema a blocchi di un sistema secondo  
30 l'invenzione; la

Fig.2 mostra uno schema a blocchi del dispositivo di controllo; la

Fig.3 mostra una schematizzazione del messaggio scambiato tra

l'unità di raccolta ed i dispositivi di controllo; la

Fig.4 mostra un diagramma di flusso riassuntivo del funzionamento di un generico dispositivo di controllo per la gestione dei messaggi indirizzati selettivamente ad un dispositivo di controllo sistema; le

5        Figg.5 e 6 mostrano diagrammi di flusso riassuntivo del funzionamento di un dispositivo di controllo generico e dell'unità di raccolta nella fase di accreditamento; la

Fig.7 mostra un diagramma di flusso analogo al diagramma di Fig.4 in una diversa forma di attuazione; la

10        Fig.8 mostra un diagramma di flusso relativo alla gestione dei messaggi broadcast; e la

Fig.9 mostra uno schema a blocchi di un diverso sistema in cui può trovare applicazione il metodo secondo l'invenzione.

**Descrizione dettagliata delle forme di attuazione preferite dell'invenzione**

15

**Descrizione dell'impianto**

In Fig.1 è mostrato un sistema comprendente una pluralità di generici apparecchi o dispositivi elettrici  $1_1, 1_2, 1_3, \dots, 1_i, \dots, 1_n$  collegati ad una linea di alimentazione 3, comprendente fase (L) e neutro (N). Il sistema può  
20        comprendere un numero qualsiasi di dispositivi  $1_i$ , i quali possono essere tra loro uguali o simili, oppure anche del tutto diversi. Ad esempio ciascun dispositivo  $1_i$  può essere costituito da un corpo illuminante, oppure da un qualsivoglia altro apparecchio elettrico che deve scambiare informazioni con una unità di raccolta schematicamente indicata con 5 e connessa alla linea  
25        di alimentazione 3.

A ciascun dispositivo elettrico  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  è associato un rispettivo dispositivo di controllo  $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ . Schematicamente, ciascun dispositivo di controllo  $7_i$  comprende (Fig.2) un microprocessore 9, una memoria 11 ed un modem 12 per la trasmissione e la ricezione di dati tramite onde convogliate  
30        sulla linea di alimentazione 3. Questi modem sono di per sé noti e denominati comunemente power line modem (PLM). Esempi di PLM utilizzabili sono ad esempio il TDA50051 od il TDA5051A di produzione

Philips od i dispositivi ST7537 o ST7537HS1 i produzione ST Microelectronics.

Ciascun dispositivo di controllo 7<sub>i</sub> è interfacciato al corrispondente dispositivo elettrico 1<sub>i</sub> e può ricevere o fornire informazioni ad esso. Per  
5 informazioni si deve intendere qualunque serie organizzata di dati che possono rappresentare istruzioni o comandi da eseguire e/o dati informativi veri e propri, ad esempio dati relativi alle condizioni di funzionamento del dispositivo elettrico.

L'unità di raccolta 5 comprende, analogamente ai vari dispositivi di  
10 controllo 7<sub>i</sub>, un modem PLM indicato con 14 interfacciato ad un microprocessore 15 con una memoria 17. Con 19 è indicato un dispositivo di trasmissione tra l'unità di raccolta 5 e – ad esempio – una centrale operativa. Questo dispositivo di trasmissione può essere di qualunque tipo, ad esempio basato sulla tecnologia GSM.

15 Con i PLM di cui dispongono, i dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> e l'unità di raccolta 5 possono scambiarsi reciprocamente informazioni per consentire da un lato all'unità di raccolta 5 di conoscere dati relativi alle condizioni di funzionamento dei singoli dispositivi elettrici 1<sub>i</sub>, e dall'altra ai singoli dispositivi elettrici di ricevere comandi, istruzioni o dati dall'unità di raccolta  
20 stessa.

La trasmissione di informazioni da e verso l'unità di raccolta 5 lungo la linea di alimentazione elettrica 3 che alimenta i vari dispositivi formanti il sistema presenta alcune difficoltà. In primo luogo occorre che ciascun  
25 dispositivo di controllo 7<sub>i</sub> sappia riconoscere quando un determinato messaggio contenente informazioni è destinato ad esso e quando, invece, è destinato ad un diverso dispositivo di controllo 7<sub>i</sub>. In secondo luogo occorre che l'unità di raccolta 5 sia in grado di discernere da quale dispositivo 7<sub>i</sub> proviene un determinato messaggio che essa riceve dalla linea di alimentazione 3. Inoltre, è necessario che i messaggi da e verso l'unità di  
30 raccolta siano in grado di raggiungere qualunque dispositivo 7<sub>i</sub> associato a qualunque apparecchio o dispositivo elettrico 1<sub>i</sub>, ovunque essi siano posizionati lungo la linea 3. Questo significa che il sistema deve essere in

grado di ovviare all'attenuazione che necessariamente il messaggio trasmesso lungo la linea di alimentazione 3 subisce a causa delle inevitabili perdite lungo la linea stessa.

5 Questi problemi vengono affrontati e risolti nel modo appresso descritto.

Trasmissione dei messaggi indirizzati a specifici dispositivi di controllo

I messaggi che vengono scambiati tra l'unità di raccolta 5 ed i vari dispositivi di controllo 7, sono costituiti da pacchetti di bit che presentano una struttura schematicamente rappresentata in Fig.3. Qui è mostrato un  
10 pacchetto di bit formanti un singolo messaggio. Questo pacchetto è suddiviso in una serie di segmenti o porzioni di messaggio come segue:

- una prima porzione, indicata con M1, contiene un numero progressivo di messaggio, indicato con Pr\_N;
- 15 • una seconda porzione, indicata con M2, contiene un numero identificativo del mittente del messaggio, indicato con ID\_sender. A ciascun dispositivo di controllo 7, ed all'unità di raccolta 5 sono associati numeri identificativi univoci, così che ciascun messaggio può contenere una indicazione (il numero identificativo ID\_sender, appunto) che consente di individuare univocamente l'apparecchio che lo ha generato  
20 e trasmesso;
- una terza porzione, indicata con M3, contiene un numero identificativo del destinatario del messaggio, indicato con ID\_addressee. Come l'identificativo di mittente consente di individuare chi ha emesso il messaggio, l'identificativo di destinatario consente di individuare in  
25 modo univoco a chi è destinato, cioè indirizzato ogni singolo messaggio;
- una quarta sezione, indicata con M4, di lunghezza appropriata, serve a contenere l'informazione associata a ciascun messaggio;
- una quinta sezione, indicata con M5, contiene un contatore, che nel  
30 seguito verrà indicato con la sigla TTL (TTL=Time To Live), il cui significato verrà chiarito più avanti. Sinteticamente, esso rappresenta il numero di volte che il messaggio può essere rigenerato tramite un'eco;

- una sesta sezione, indicata con M6, contiene un campo di controllo che serve, in modo di per sé noto, a controllare l'integrità del messaggio. Esso è indicato con CRC.

Si supponga ora che l'unità di raccolta 5 debba eseguire un ciclo di  
5 interrogazione per verificare se tutti i dispositivi elettrici  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  stanno funzionando regolarmente. A tale scopo, l'unità di raccolta 5 invierà sulla linea 3 un numero di messaggi di interrogazione pari al numero (noto a priori e acquisito dall'unità di raccolta 5 nel modo che verrà appresso descritto) di dispositivi 1. Tutti questi messaggi saranno caratterizzati dallo  
10 stesso ID\_sender (con  $ID\_sender = ID\_unità\_5$ ) e ciascuno sarà caratterizzato dal proprio numero identificativo di destinatario, ID\_addressee. Con ID\_i si indicherà nel seguito il generico indirizzo del destinatario i<sup>mo</sup> a cui è indirizzato, cioè destinato il messaggio.

Poiché tutti i messaggi sono inviati sulla stessa linea 3, ciascun  
15 dispositivo di controllo  $7_1, 7_2, 7_3, \dots, 7_n$  riceverà tutti i messaggi e dovrà elaborare solo quello indirizzato ad esso.

A tale scopo, ogni volta che un generico dispositivo  $7_i$  riceve un generico messaggio Pr\_N=k (con  $k=1, 2, 3, \dots, n$ , essendo n il numero complessivo di dispositivi 7 e quindi di messaggi generati e trasmessi  
20 dall'unità di raccolta 5), esso esegue come prima operazione una verifica per accertare se

$ID\_addressee = ID\_i$

cioè se il messaggio è ad esso indirizzato. In caso affermativo elaborerà il messaggio, in caso negativo procederà come segue:

- 25 • verificherà il valore del contatore TTL. Se esso è pari a zero arresterà l'elaborazione. Se il valore di TTL è superiore a zero, decrementerà di una unità il valore del contatore TTL e
- genererà un'eco del messaggio ricevuto, con il nuovo valore di TTL nella sezione M5 del messaggio stesso, trasmettendo tale eco sulla  
30 linea 3.

Poiché ciascun dispositivo  $7_1, \dots, 7_n$  riceve il messaggio e tutti escluso uno generano una eco, allo scopo di evitare la sovrapposizione dei messaggi

sulla linea 3 ciascuna eco è generata e trasmessa con un ritardo proprio del dispositivo che lo trasmette. A tale scopo, ciascun dispositivo trasmette l'eco con un ritardo pari alla durata del messaggio (indicata con  $T_m$ ) moltiplicato per il numero identificativo ( $ID_i$ ) del dispositivo stesso.

5            Il valore iniziale del contatore TTL è posto pari al numero complessivo (n) di dispositivi di controllo 7 che si trovano collegati alla linea 3 e che devono dialogare con l'unità di raccolta 5. Pertanto, ciascun messaggio verrà rigenerato, cioè di esso ne verrà riprodotta una eco, solo per un numero limitato di volte, pari al massimo ad n. Se il dispositivo  $7_i$  a cui è indirizzato il  
10           messaggio non lo riceve o comunque non reagisce in modo corretto a tale messaggio (cioè non trasmette una risposta), la generazione e trasmissione dell'eco cesserà dopo un certo numero di ripetizioni. L'unità di raccolta 5, in assenza di una risposta al proprio messaggio, segnalerà un guasto sul dispositivo  $7_i$  a cui era indirizzato il messaggio rimasto senza risposta.

15           La generazione dell'eco ha lo scopo di rigenerare il messaggio per superare le perdite lungo la linea di trasmissione 3. Con questo accorgimento se anche il dispositivo  $7_i$  a cui il messaggio è indirizzato si trova lontanissimo dalla unità di raccolta 3, esso riceverà comunque un messaggio rigenerato e quindi perfettamente decodificabile.

20           Se il dispositivo  $7_i$  è proprio il dispositivo a cui è indirizzato il messaggio, cioè se

$$ID\_addressee = ID\_i$$

il dispositivo elabora il messaggio. Questa elaborazione è determinata dal contenuto del messaggio. Ad esempio, se il messaggio è una richiesta di  
25           informazioni sullo stato di funzionamento del dispositivo elettrico  $1_i$  associato al dispositivo di controllo  $7_i$ , il microprocessore 9 del dispositivo  $7_i$  provvederà ad inviare, con un messaggio avente ancora la struttura di Fig.3, all'unità di raccolta 5 l'informazione richiesta sullo stato di funzionamento del dispositivo elettrico  $1_i$ .

30           A tale scopo il messaggio che il dispositivo di controllo  $7_i$  genera e trasmette sulla linea 3 è caratterizzato da:

- un numero progressivo di messaggio pari al numero del messaggio di

interrogazione incrementato di 1, cioè  $Pr\_N = (Pr\_N)_{prev} + 1$ , dove  $(Pr\_N)_{prev}$  è il numero progressivo del messaggio di interrogazione;

- identificativo di destinatario e identificativo di mittente scambiati rispetto al messaggio originario di interrogazione (cioè  $ID\_addressee = ID\_sender$ ;  $ID\_sender = ID\_addressee$ );
- un valore del contatore TTL pari al valore iniziale ( $TTL = n$ );
- un contenuto del messaggio (nella porzione M4 del messaggio) con l'informazione richiesta nel messaggio di interrogazione.

Il messaggio di risposta viene ricevuto da tutti i dispositivi di controllo 7, diversi da quello che lo ha trasmesso, oltre che dall'unità di raccolta 5.

Come si è precedentemente indicato, ciascun dispositivo di controllo che riceve un messaggio non indirizzato ad esso ne trasmette (con un certo ritardo) una eco. L'eco non è più necessaria quando il dispositivo di controllo, a cui il messaggio è indirizzato, lo ha ricevuto ed ha emesso un messaggio di risposta. Pertanto, ciascun dispositivo di controllo è programmato anche affinché esso cessi di generare l'eco del messaggio di interrogazione appena riceve il messaggio di risposta. Un qualunque messaggio ricevuto da un qualunque dispositivo di controllo 7, è riconosciuto come messaggio di risposta ad un precedente messaggio di interrogazione quando il numero progressivo  $Pr\_N$  del messaggio di risposta è pari al numero progressivo del messaggio di interrogazione incrementato di una unità. In altri termini, quando un dispositivo di controllo riceve due messaggi con numero progressivi  $Pr\_N$  adiacenti, esso è in grado di riconoscere che il primo dei due ha ricevuto una risposta.

Quando il generico dispositivo di controllo 7, diverso da quello cui è indirizzato il messaggio di interrogazione, riceve il messaggio di risposta, automaticamente cessa di generare l'eco del messaggio di interrogazione (messaggio  $Pr\_N$ ) ed inizia a generare l'eco del messaggio di risposta (messaggio  $Pr\_N + 1$ ).

In questo modo il messaggio di risposta viene rigenerato e può essere ricevuto dall'unità di raccolta 5 anche se essa si trova molto lontana dal dispositivo di controllo 7 che ha trasmesso la risposta al messaggio di

interrogazione. Anche nel caso di trasmissione dell'eco del messaggio di risposta, ciascun dispositivo di controllo trasmette tale eco con un ritardo pari alla durata  $T_m$  del messaggio moltiplicata per il proprio numero identificativo  $ID_i$ . Inoltre, anche nella generazione e trasmissione dell'eco del messaggio di risposta viene eseguito il controllo del valore del contatore TTL, il quale viene decrementato di una unità ad ogni trasmissione di eco. Poiché il contatore TTL è stato posto pari a "n" dal dispositivo di controllo che ha trasmesso il messaggio di risposta, anche tale messaggio di risposta verrà rigenerato tramite eco per un numero massimo di volte pari ad "n".

10 L'intero procedimento sopra descritto è riassunto nel diagramma di flusso di Fig.4. Nel diagramma di flusso con  $(Pr\_N)_{prev}$  è indicato il numero progressivo – memorizzato dal dispositivo – del messaggio immediatamente precedente a quello corrente (caratterizzato dal numero progressivo  $Pr\_N$ ).

L'unità di raccolta 5 è programmata in modo tale da generare un  
15 messaggio di interrogazione ed attendere il rispettivo messaggio di risposta. Come si è visto, i due messaggi (di interrogazione e di risposta) sono caratterizzati da due numeri progressivi sequenziali. Ad esempio, al messaggio di interrogazione con  $Pr\_N=j$  corrisponde un messaggio di risposta con  $Pr\_N=j+1$ . Una volta che l'unità di raccolta 5 ha ricevuto il  
20 messaggio di risposta (con il numero progressivo  $Pr\_N=j+1$ ) essa può generare e trasmettere il successivo messaggio di interrogazione (messaggio con il numero sequenziale o progressivo  $Pr\_N=j+2$ ). Questo nuovo messaggio di interrogazione viene ricevuto da tutti i dispositivi di controllo 7. Questi, con la stessa identica procedura sopra descritta con  
25 riferimento alla precedente coppia di messaggi di interrogazione e risposta, riconoscendo il messaggio con numero progressivo  $Pr\_N=j+2$  come risposta al messaggio con numero progressivo  $Pr\_N=j+1$ , cessano di generare e trasmettere l'eco del messaggio  $Pr\_N=j+1$  ed iniziano a generare e trasmettere l'eco del messaggio  $Pr\_N=j+2$ .

30 In generale, quindi, ciascun dispositivo di controllo diverso da quello a cui un certo messaggio è indirizzato, vede due messaggi con numeri progressivi consecutivi rispettivamente come messaggio di interrogazione e



di risposta.

Con il procedimento illustrato l'unità di raccolta 5 può comunicare con uno qualsiasi dei dispositivi di controllo 7, ed inviare ad essi comandi selettivi, richieste selettive di informazioni o qualunque altro messaggio. Allo stesso modo qualsiasi dispositivo di controllo può rispondere all'interrogazione da parte dell'unità di raccolta od anche inviare un messaggio autonomo, cioè generato e trasmesso da tale dispositivo autonomamente e non in risposta ad un messaggio di interrogazione. Tipicamente, un messaggio di interrogazione può consistere — come accennato — nella richiesta da parte dell'unità di raccolta 5 di una verifica delle condizioni di funzionamento dei singoli dispositivi elettrici 1, associati ai vari dispositivi di controllo 7. Un messaggio di comando, viceversa può essere un messaggio in cui l'informazione consiste in un comando di accensione o di spegnimento o di regolazione del dispositivo elettrico 1, associato al dispositivo di controllo 7, a cui è indirizzato il messaggio stesso.

Nel caso di un sistema di illuminazione, in cui i dispositivi 1, sono costituiti da corpi illuminanti, il messaggio proveniente dalla unità di raccolta può essere ad esempio un comando di accensione. In questo caso particolare, si può ipotizzare di programmare i vari dispositivi elettrici (o più esattamente i dispositivi di controllo 7 ad essi associati) in modo tale che essi vengano accesi o spenti ad un orario predeterminato (eventualmente diverso da dispositivo a dispositivo). In questo caso l'accensione e lo spegnimento vengono comandati semplicemente inviando, tramite l'unità di raccolta 5, messaggi contenenti l'ora corrente. L'accensione dei vari dispositivi che sono programmati per accendersi o spegnersi contemporaneamente avverrà in modo sincronizzato, a prescindere dalla corretta sincronizzazione degli orologi dei singoli microprocessori 9. Ciò in quanto l'orario viene trasmesso direttamente dall'unità di raccolta 5.

L'unità di raccolta 5, pertanto, non si comporta solo ed esclusivamente come unità che raccoglie dati od informazioni provenienti dai singoli dispositivi formanti il sistema. Essa può funzionare anche come centrale di invio di comandi da eseguire. Per unità di raccolta si deve,

pertanto, intendere genericamente una unità centrale di controllo per la raccolta e/o la trasmissione di dati, informazioni, istruzioni, comandi etc.

Il metodo sin qui descritto è basato sull'idea di generare l'eco di un messaggio da parte di ciascun dispositivo di controllo diverso dal dispositivo a cui il messaggio è indirizzato, evitando la ripetizione all'infinito di un certo messaggio tramite l'utilizzo di un contatore che viene decrementato ad ogni generazione di eco.

Una modalità alternativa per la rigenerazione del messaggio tramite echi successivi da parte dei dispositivi di controllo diversi da quelli a cui il messaggio è indirizzato prevede che ciascun dispositivo di controllo generi una sola eco di ogni messaggio ricevuto ed indirizzato ad un diverso dispositivo di controllo  $i$ . Questo diverso metodo verrà illustrato con riferimento al diagramma di flusso di Fig.7.

Il generico dispositivo  $i$  riceve un messaggio con numero progressivo di messaggio  $Pr\_N$  e caratterizzato da un determinato identificativo di destinatario  $ID\_addressee$ . Se

$$ID\_addressee = ID\_i$$

cioè se il messaggio è destinato al dispositivo in questione, esso elabora il messaggio e produce il contenuto del messaggio di risposta incrementando il numero progressivo di messaggio di una unità e scambiando l'identificativo di mittente con l'identificativo di destinatario. Nel campo M4 pone la risposta al messaggio, se richiesto. Il messaggio di risposta viene trasmesso immettendolo sulla linea 3.

Se il numero identificativo di messaggio indica al dispositivo  $i$  che il messaggio è indirizzato ad un altro destinatario, esso esegue la routine di verifica se deve essere generata l'eco. A tale scopo il numero progressivo di messaggio viene confrontato con una certa quantità  $j$  di precedenti numeri identificativi di messaggio corrispondenti a messaggi di cui il dispositivo in questione ha emesso l'eco. Nello schema di flusso di Fig.7 l'insieme di questi numeri identificativi è indicato con  $(Pr\_N)_{mem}^i$ , dove  $j$  è la quantità di numeri identificativi memorizzati, nell'esempio  $j=1, 2 \dots 10$ . Se il numero progressivo di messaggio  $Pr\_N$  ricevuto è diverso da tutti quelli memorizzati,

il dispositivo genera un'eco dopo un ritardo calcolato con la stessa procedura già descritta per il precedente esempio di attuazione.

Il numero progressivo di messaggio Pr\_N viene memorizzato.

5 Viceversa, se il numero progressivo di messaggio Pr\_N è uguale ad uno dei valori memorizzati, questo significa che il dispositivo di controllo in questione ha già emesso un'eco del messaggio in questione e non genera una seconda eco.

10 I numeri progressivi di messaggio di cui il dispositivo 7<sub>i</sub> genera l'eco vengono memorizzati temporaneamente in una memoria circolare o del tipo FI-FO. Se nella memoria possono essere memorizzati (come esemplificato in questo caso) dieci numeri progressivi Pr\_N, quando il dispositivo genera il l'eco di un undicesimo messaggio, esso memorizza il rispettivo numero progressivo, perdendo dalla memoria il più vecchio dei numeri progressivi memorizzati.

15 Se l'unità di raccolta immette sulla linea 3 messaggi indirizzati a vari dispositivi di controllo 7 distanziati di un tempo sufficientemente lungo, superiore al massimo ritardo con cui i dispositivi di controllo generano l'eco, si evita la ripetizione all'infinito di messaggi che non hanno avuto risposta.

#### Gestione dei messaggi broadcast

20 Come in precedenza accennato, il sistema può essere in grado di trasmettere da parte dell'unità di raccolta 5 ai vari dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> un messaggio broadcast, cioè non indirizzato ad un singolo dispositivo, bensì destinato a tutti i dispositivi connessi alla linea 3. A tale scopo occorre che ciascun dispositivo riceva il messaggio e lo interpreti, eseguendo  
25 eventualmente il comando in esso contenuto, ed allo stesso tempo generi un'eco del messaggio, affinché tutti i dispositivi lo ricevano, senza che l'eco di un messaggio di broadcast rimanga all'infinito sulla linea di alimentazione 3.

30 La procedura che viene seguita a tale scopo verrà ora descritta con riferimento al diagramma di flusso di Fig.8. Il generico dispositivo 7<sub>i</sub> riceve un messaggio broadcast. Questo è caratterizzato da un numero identificativo di messaggio diverso da un qualsiasi numero progressivo di messaggio di un

generico messaggio indirizzato ad uno specifico dispositivo. Tale numero identificativo è indicato con Pr\_B. Esso può essere ad esempio un valore fisso superiore al valore che può assumere Pr\_N.

Il generico dispositivo 7i è in grado di riconoscere il messaggio broadcast dal valore di Pr\_B, cioè dal valore contenuto nel campo M1. La struttura del messaggio può essere per il resto identica a quella di Fig.3, dove peraltro nei campi M2 e M3 vengono previsti dati che non hanno significato e che non vengono utilizzati.

Quando il dispositivo di controllo riconosce il messaggio come messaggio broadcast, esso legge il valore di TTL. Se il contatore è superiore a zero, il dispositivo decrementa il contatore e genera una eco del messaggio di broadcast con un ritardo calcolato nell'esempio illustrato con le stesse modalità descritte per il messaggio ad indirizzo selettivo. Dopo di che il dispositivo esegue il messaggio. L'esecuzione del messaggio può anche avvenire prima della routine di generazione dell'eco od in parallelo a questa. L'esecuzione del messaggio può comportare una qualunque operazione, anche di semplice lettura ed acquisizione delle informazioni contenute nel messaggio. Più in generale si tratterà di eseguire un comando inviato dalla unità di raccolta a tutti i dispositivi di controllo.

Si osserva che il metodo seguito per la gestione dei messaggi broadcast è molto simile a quello seguito per la gestione dei messaggi ad indirizzo specifico descritto con riferimento al diagramma di Fig.4. Se il sistema è programmato per gestire i messaggi ad indirizzo specifico secondo lo schema di Fig.7, i messaggi broadcast rivolti a tutti i dispositivi di controllo sono gestiti in modo sostanzialmente diverso dai messaggi ad indirizzo specifico. Infatti, i messaggi broadcast non possono dare luogo a memorizzazione del numero progressivo contenuto nella sezione M1 del messaggio nella memoria temporanea di ciascun dispositivo di controllo. Questo perché, essendo tutti i messaggi broadcast caratterizzati dallo stesso valore (Pr\_B) nel campo M1, un dispositivo generico non emetterebbe mai l'eco di un secondo messaggio broadcast. Di qui la necessità di usare una modalità di generazione dell'eco basata sull'impiego del contatore TTL.

### Controllo dell'accesso al canale di trasmissione

I messaggi vengono trasmessi dall'unità di raccolta 5 e dai dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> sulla linea di alimentazione 3, quindi su un unico canale di trasmissione. L'accesso a questo canale deve essere regolamentato, in modo da evitare conflitti di trasmissione. A tale scopo, si possono distinguere due situazioni.

Quando il generico dispositivo di controllo i<sup>mo</sup> riceve un messaggio ad indirizzo specifico destinato ad esso (cioè con identificativo di destinatario pari a ID<sub>i</sub>), esso tenta di trasmettere immediatamente la risposta. Il modem 13 è in grado, in modo di per sé noto, di rilevare se sulla linea 3 è già presente una modulazione, cioè se è in corso la trasmissione di un altro messaggio. Questa circostanza viene comunicata al microprocessore 9, il quale sospende la procedura di trasmissione del messaggio e la ripete dopo un intervallo di tempo, che può essere calcolato con la procedura sopra descritta, o tramite generazione di un ritardo casuale. I tentativi di trasmissione vengono ripetuti fino a che la trasmissione ha successo. Se il canale è libero la trasmissione avviene senza ritardo.

Nel caso di trasmissione sulla linea 3 di un'eco, la procedura è identica alla precedente, salvo per il fatto che anche il primo tentativo di trasmissione avviene con un ritardo, calcolato come sopra descritto.

### Fase di accreditamento

Quanto descritto in precedenza presuppone che l'unità di raccolta conosca il numero complessivo di dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> del sistema. Inoltre, si deve presupporre che sia l'unità di raccolta 5 sia ciascun dispositivo di controllo 7<sub>i</sub> conoscano il numero identificativo ID<sub>i</sub> assegnato a ciascun dispositivo di controllo 7<sub>i</sub>. Questa condizione può essere ottenuta ad esempio con una programmazione dell'unità di raccolta 5 e di tutti i dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> in fase di installazione. Tuttavia, la procedura di assegnazione dei numeri identificativi ai vari dispositivi di controllo 7 da parte dell'unità 5 può essere automatica.

A tal fine si può prevedere una fase iniziale che nel seguito verrà chiamata fase di accreditamento, in cui l'unità di raccolta 5, conoscendo

unicamente il numero complessivo "n" di dispositivi di controllo  $7_1, 7_2, \dots 7_n$  connessi al sistema, è in grado di assegnare a ciascuno di essi il proprio numero identificativo  $ID_i$ .

5 La fase di accreditamento inizia quando tutti i dispositivi di controllo  $7_i$  e l'unità di raccolta 5 sono stati collegati alla linea di alimentazione elettrica 3 e dopo che all'unità di raccolta 5 è stato fornito come unico dato in ingresso il numero "n" di dispositivi  $7_i$  connessi. Ciascun dispositivo di controllo  $7_i$  è caratterizzato da un proprio numero seriale casuale, nel seguito indicato con  $Ser\_N(i)$  per l' $i^{\text{mo}}$  dispositivo di controllo  $7_i$ .

10 La fase di accreditamento prevede che l'unità di raccolta 5 invii sulla linea 3 un messaggio di "richiesta di accreditamento", che avrà un formato opportuno, ad esempio lo stesso formato del messaggio di Fig.3, dove nella sezione M4 è contenuta la richiesta di accreditamento e nella sezione M3 è contenuto un valore generico, cioè non correlato ad uno specifico  
15 destinatario.

Appena un generico dispositivo di controllo  $7_i$  riceve un messaggio di richiesta di accreditamento, esso genera al proprio interno un numero casuale  $N\_RND$  e calcola un ritardo temporale

$$\Delta T = N\_RND * T_m$$

20 dove  $T_m$  è la durata del messaggio di richiesta di accreditamento. Esso poi trasmette sulla linea di alimentazione 3 la propria replica alla richiesta di accreditamento. Tale replica contiene il numero seriale  $Ser\_N(i)$  del dispositivo stesso. Poiché ciascun dispositivo di controllo  $7_i$  trasmette la propria replica con un ritardo casuale, i messaggi di replica saranno  
25 normalmente emessi tutti in tempi diversi e l'unità di raccolta 5 riceverà i messaggi di replica ad intervalli temporali determinati dai numeri casuali generati dai singoli dispositivi 7. Essa è programmata per ricevere solo il primo messaggio di replica e trascurare tutti gli altri nella successiva elaborazione. In pratica, quindi, il messaggio di richiesta di accreditamento è  
30 un messaggio del tipo "il più veloce risponda".

Ricevuto il messaggio di replica alla richiesta di accreditamento da parte del più veloce dei dispositivi di controllo  $7_i$  (cioè da parte di quello che

ha generato il N\_RND più basso), l'unità di raccolta 5 associa al Ser\_N di tale dispositivo un numero identificativo ID\_i sequenziale. Nella propria memoria essa memorizza i vari numeri identificativi con associati i relativi Ser\_N dei vari dispositivi di controllo che durante questa procedura di  
5 accreditamento rispondono alle successive richieste di accreditamento da parte dell'unità 5. Tale unità provvede poi ad inviare sulla linea 3 un messaggio di conferma dell'accREDITamento, con lo stesso formato del messaggio di Fig.3, in cui

ID\_addressee = Ser\_N(i)

10 ed in cui nel contenuto del messaggio viene comunicato al dispositivo di controllo i<sup>mo</sup> che il suo numero identificativo è ID\_i.

Il dispositivo i<sup>mo</sup> che riceve il messaggio di conferma cambia il proprio stato in modo tale da:

- non rispondere più alle successive richieste di accreditamento; e
- 15 • trasmettere l'eco delle successive richieste di accreditamento, con modalità sostanzialmente analoghe a quelle descritte in precedenza con riferimento ai normali messaggi di comunicazione tra unità di raccolta 5 e dispositivi di controllo 7.

In questo modo via via che i dispositivi di controllo ricevono il proprio  
20 numero identificativo ID\_i vengono esclusi dalla fase di accreditamento ma iniziano a rigenerare le successive richieste di accreditamento e le rispettive risposte, tramite un'eco del messaggio, così che tali richieste di accreditamento e le relative repliche possano raggiungere anche i dispositivi più remoti rispetto all'unità di raccolta 5.

25 Poiché il formato dei messaggi di richiesta di accreditamento e di replica alla richiesta di accreditamento è lo stesso di Fig.3, il contatore TTL servirà anche in questo caso ad evitare una ripetizione all'infinito di un messaggio ed il numero progressivo Pr\_N consentirà a ciascun dispositivo di controllo di cessare la generazione e trasmissione dell'eco di un messaggio  
30 di richiesta di accreditamento appena tale messaggio riceve una replica.

La fase di accreditamento cessa quando l'unità di raccolta 5 ha emesso "n" messaggi di richiesta di accreditamento ed ha ricevuto "n"

repliche. A questo punto, infatti, a ciascun dispositivo di controllo 7<sub>i</sub> è stato assegnato il rispettivo numero identificativo ID<sub>i</sub> e l'unità di raccolta 5 ha memorizzato per ciascuno degli "n" numeri di identificazione ID<sub>i</sub> un corrispondente ed univoco numero seriale Ser<sub>N</sub>.

- 5 - Ciascun dispositivo di controllo 7<sub>i</sub> presenta una memoria, ad esempio una EEPROM, in cui viene memorizzato un codice che indica se il dispositivo è stato accreditato o meno. Inoltre, il messaggio di richiesta di accreditamento emesso dall'unità di raccolta 5 è caratterizzato da un contenuto nel campo M5 che consente ai dispositivi di riconoscere tale
- 10 messaggio come messaggio di richiesta di accreditamento e discernerlo quindi da altri tipi di messaggi.

- Qualora a seguito di un messaggio di richiesta di accreditamento, due dispositivi di controllo non ancora accreditati (cioè a cui non è stato ancora assegnato il rispettivo numero identificativo ID<sub>i</sub>) generino uno stesso
- 15 numero casuale N<sub>RND</sub> e tale numero risulti il più basso di tutti i numeri generati a tale ciclo, i due messaggi di replica si annulleranno e l'unità di raccolta riceverà come primo messaggio di replica quello proveniente dal terzo più veloce dei dispositivi di controllo 7<sub>i</sub> non ancora accreditati.

- La procedura di accreditamento è riassunta nei diagrammi di flusso di
- 20 Fig.5 e di Fig.6 che rappresentano le operazioni eseguite rispettivamente dall'unità di raccolta 5 e dal generico dispositivo di controllo 7<sub>i</sub>.

- L'abbinamento tra numeri identificativi (ID<sub>i</sub>) e numeri seriali (Ser<sub>N</sub>) consente all'unità di raccolta 5 di comunicare ad una centrale operativa le informazioni provenienti da uno qualsiasi dei dispositivi di controllo 7<sub>i</sub>,
- 25 abbinandole al rispettivo numero seriale Ser<sub>N(i)</sub>. Questo permette ad esempio ad un operatore di individuare in modo immediato ed univoco, tramite il numero seriale Ser<sub>N</sub> il dispositivo di controllo che segnala un guasto, per intervenire tempestivamente.

- Qualora un dispositivo di controllo del sistema venisse sostituito con
- 30 un altro, l'unità di raccolta può essere informata di tale sostituzione dalla centrale operativa che provvede a sostituire il Ser<sub>N</sub> del vecchio dispositivo con il Ser<sub>N</sub> del nuovo dispositivo inserito in sostituzione del precedente. In



questo modo l'unità di raccolta sa quale numero identificativo è disponibile e deve essere associato al dispositivo inserito in sostituzione ed eseguirà, quindi, ad intervalli opportuni un ciclo di accreditamento come sopra descritto, fino a che riceve dal nuovo dispositivo la replica alla richiesta di  
5 - accreditamento. In questo modo il nuovo dispositivo di controllo riceve il proprio numero identificativo ID<sub>i</sub>.

Nel caso in cui nel sistema vengano inseriti "m" ulteriori dispositivi di controllo aggiuntivi (anziché in sostituzione), occorre in primo luogo comunicare, ad esempio dalla centrale operativa, all'unità di raccolta 5 il  
10 nuovo numero complessivo (n+m) di dispositivi di controllo 7 presenti nel sistema. A questo punto l'unità di controllo può inviare un comando di re-set generale ed iniziare una nuova fase di accreditamento complessiva, in cui ridistribuisce i numeri identificativi a tutti i dispositivi di controllo. In alternativa  
15 può essere avviata una fase di accreditamento in cui si esegue l'accREDITamento solo degli m nuovi dispositivi inseriti.

In Fig.9 è mostrato un esempio di attuazione dell'invenzione applicata ad un impianto ad inverter fotovoltaici per l'alimentazione elettrica di vari dispositivi tramite conversione dell'energia solare. In tale figura, con 101  
20 sono indicati pannelli fotovoltaici di tipo di per sé noto e destinati ad essere applicati ad esempio sul tetto di una abitazione. Con 102 sono indicati genericamente sensori associati a detti pannelli, e anch'essi noti nella tecnica. Con 7<sub>1</sub> e 7<sub>2</sub> sono indicati due dispositivi di controllo associati ai gruppi 101, 102 e collegati, tramite una linea elettrica 104 a rispettivi inverter  
25 106. Questi trasformano l'energia elettrica ricevuta dai pannelli fotovoltaici alla tensione della normale linea elettrica 3. Gli inverter 106 sono collegati a dispositivi di controllo 7<sub>3</sub> e 7<sub>4</sub> analoghi ai dispositivi di controllo 7<sub>1</sub> e 7<sub>2</sub> e come questi destinati a trasmettere e ricevere informazioni lungo la linea 3 e lungo le linee 104. Alla linea elettrica di alimentazione, collegata alla rete di  
30 alimentazione esterna, sono collegati anche altri generici apparecchi elettrici 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, che possono essere apparecchi di illuminazione o qualunque altro dispositivo elettrico che necessita di una alimentazione elettrica. Con 5 è indicata una unità di raccolta dati collegata alla linea 3 e ad una unità di

visualizzazione 6.

Il sistema schematicamente mostrato in Fig.9 funziona nel modo seguente. I pannelli fotovoltaici 101 forniscono energia elettrica per conversione dell'energia solare captata. L'energia elettrica viene convertita  
5 dagli inverter 106 ed immessa sulla linea di alimentazione 3. Da questa l'energia elettrica viene resa disponibile per le varie utenze. Quando necessario, l'energia elettrica può essere fornita dalla rete elettrica a cui la linea 3 è collegata, oppure l'energia prodotta in eccesso può essere riversata sulla rete elettrica.

10 Tutti gli apparecchi elettrici (inverter, pannelli e sensori, utenze generiche) sono associati a rispettivi dispositivi di controllo 7. Questi comunicano con l'unità di raccolta 5 attraverso un canale di comunicazione che, in questo caso, è misto, essendo costituito dalla linea di alimentazione elettrica 3 e dalla linea 104.

15 In questo sistema, ma anche nel sistema descritto in precedenza, la trasmissione tra i dispositivi di controllo 7, e l'unità di raccolta 5 può avvenire attraverso un canale di comunicazione diverso da quello costituito dalla linea elettrica di trasmissione, ad esempio via radio, oppure tramite una linea dati dedicata, un bus di trasmissione od in altro modo idoneo. Peraltro, quando è  
20 prevista una linea di alimentazione elettrica, questa è preferibilmente utilizzata anche per la trasmissione di dati ed informazioni tra i dispositivi collegati alla linea stessa.

E' inteso che il disegno non mostra che una possibile forma di attuazione dell'invenzione, la quale può variare nelle forme e disposizioni  
25 senza peraltro uscire dall'ambito del concetto alla base dell'invenzione. L'eventuale presenza di numeri di riferimento nelle rivendicazioni accluse ha unicamente o scopo di facilitarne la lettura alla luce della descrizione che precede e degli allegati disegni e non ne limita in alcun modo l'ambito di protezione.

30

**RIVENDICAZIONI**

1. Un metodo di comunicazione fra una unità di raccolta (5) ed una pluralità di dispositivi di controllo (7), ognuno dei quali è associato ad almeno un dispositivo elettrico (1), tramite un canale di comunicazione,
- 5 ~ ➤ in cui fra detta unità di raccolta (5) e detti dispositivi di controllo (7) vengono scambiati messaggi, ciascuno dei quali contiene almeno:
- un numero progressivo di messaggio (Pr\_N);
  - un numero identificativo di mittente (ID\_sender),
  - un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee);
  - 10 - una porzione di contenuto informativo e/o di comandi eseguibili (M4);
- ed in cui ad ogni dispositivo di controllo ed a detta unità di raccolta è assegnato un proprio numero identificativo (ID\_i), detti messaggi essendo indirizzabili selettivamente ad un determinato dispositivo di controllo tramite detto numero identificativo di destinatario.
- 15 2. Metodo come da rivendicazione 1, in cui quando un dispositivo di controllo (7) riceve un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i) trasmette su detto canale (3) almeno un'eco del messaggio ricevuto.
- 20 3. Metodo come da rivendicazione 2, in cui il dispositivi di controllo (7) che ha generato una eco del messaggio ricevuto e indirizzato ad un diverso dispositivo di controllo, memorizza temporaneamente una informazione identificativa di detto messaggio e non genera successive eco di detto messaggio finché l'informazione identificativa rimane memorizzata.
- 25 4. Metodo come da rivendicazione 3, in cui ciascun dispositivo di controllo memorizza le informazioni identificative di messaggi di cui ha generato una eco in una lista temporanea contenente informazioni identificative di un numero massimo predeterminato di messaggi.
5. Metodo come da una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detto messaggio contiene un contatore (TTL).
- 30 6. Metodo come da rivendicazione 5, in cui quando un dispositivo di controllo (7) riceve un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i),

trasmette su detto canale (3) un'eco del messaggio ricevuto decrementando detto contatore (TTL) di un valore predeterminato.

7. Metodo come da una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui da detta unità di raccolta vengono inviati messaggi di broadcast, indirizzati a tutti i dispositivi di controllo (7<sub>i</sub>) collegati a detto canale, ed in cui detti messaggi di broadcast sono identificati da un numero progressivo (Pr\_B) diverso dai numeri progressivi che contraddistinguono i messaggi indirizzati a singoli dispositivi di controllo e contengono un contatore (TTL).

8. Metodo come da rivendicazione 7, in cui quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio di broadcast trasmette su detto canale (3) un'eco del messaggio di broadcast, decrementando detto contatore (TTL) di un valore predeterminato.

9. Metodo come da rivendicazione 6 o 8, in cui prima di trasmettere l'eco di detto messaggio su detto canale (3), il dispositivo di controllo verifica il valore contenuto in detto contatore (TTL) e trasmette l'eco del messaggio sul canale solo se il valore del contatore del messaggio ricevuto è superiore ad un valore minimo prestabilito.

10. Metodo come da una o più delle rivendicazioni 2 a 9, in cui ciascun dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>) trasmette detta eco del messaggio ricevuto con un proprio ritardo ( $\Delta T$ ).

11. Metodo come da rivendicazione 10, in cui il ritardo con cui ciascun dispositivo di controllo trasmette l'eco del messaggio ricevuto è determinato in funzione del numero identificativo (ID<sub>i</sub>) assegnato a detto dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>).

12. Metodo come da rivendicazione 11, in cui detto ritardo è pari alla durata del messaggio ( $T_m$ ) moltiplicata per il numero identificativo (ID<sub>i</sub>) del rispettivo dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>) che trasmette l'eco.

13. Metodo come da una o più delle rivendicazioni 1 a 12, in cui quando un dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>) riceve un messaggio contenente come numero identificativo di destinatario (ID<sub>addressee</sub>) il proprio numero identificativo (ID<sub>i</sub>), esso trasmette su detto canale (3) un messaggio di risposta nel quale:

- il numero identificativo di mittente (ID\_sender) corrisponde al numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) del messaggio ricevuto;
- il numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) corrisponde al numero identificativo di mittente (ID\_sender) del messaggio ricevuto;
- 5 - il numero progressivo (Pr\_N) è uguale al numero progressivo del messaggio ricevuto (Pr\_N) incrementato di un valore predeterminato;
- e la porzione di contenuto informativo e/o di comando (M4) contiene una risposta al messaggio ricevuto.

10 14. Metodo come da rivendicazione 13, in cui detto numero progressivo nel messaggio di risposta è pari al numero progressivo del messaggio ricevuto incrementato di una unità.

15 15. Metodo come da una o più delle rivendicazioni 2 a 14, in cui ciascun dispositivo di controllo (7) che ha ricevuto un primo messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i) e trasmette su detto canale (3) l'eco di detto primo messaggio, cessa di trasmettere detta eco quando riceve un messaggio di risposta a detto primo messaggio.

20 16. Metodo come da rivendicazione 13 e 15, in cui la trasmissione di un'eco di un primo messaggio da parte di un dispositivo di controllo (7) viene inibita quando detto dispositivo di controllo riceve un secondo messaggio contenente un numero progressivo (Pr\_N) pari al numero progressivo del primo messaggio incrementato di una unità.

25 17. Metodo come da una o più delle rivendicazioni 5 a 16, in cui il valore iniziale di detto contatore (TTL) viene posto pari al numero complessivo (n) di dispositivi di controllo (7) connessi a detto canale (3).

30 18. Metodo come da una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase iniziale di accreditamento dei dispositivi di controllo (7) da parte dell'unità di raccolta (5), durante la quale detta unità di raccolta assegna a ciascun dispositivo di controllo (7) il proprio numero identificativo (ID\_i).

19. Metodo come da rivendicazione 18, in cui:

- detta unità di raccolta conosce il numero totale (n) di dispositivi di

- controllo (7<sub>i</sub>) connessi a detto canale;
- durante detta fase di accreditamento l'unità di raccolta (5) trasmette su detto canale ripetutamente una richiesta di accreditamento;
  - ogni dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>), a cui non è stato ancora assegnato un  
5 numero identificativo (ID<sub>i</sub>) da parte di detta unità di raccolta, trasmette con un ritardo ( $\Delta T$ ) una replica alla richiesta di accreditamento, la replica contenendo un numero seriale (Ser<sub>N</sub>) univocamente correlato a detto dispositivo di controllo;
- 10 detta unità di raccolta elabora unicamente la prima delle repliche ricevute, abbinando al rispettivo numero seriale (Ser<sub>N</sub>) in esso contenuto un numero identificativo univoco (ID<sub>i</sub>) ed inviando detto numero identificativo al dispositivo di controllo cui corrisponde detto numero seriale, tramite un messaggio indirizzato a detto dispositivo di controllo;
- 15 - ed il dispositivo di controllo che riceve detto numero identificativo lo memorizza e cessa di rispondere alle eventuali successive richieste di accreditamento emesse dall'unità di raccolta.
20. Metodo come da rivendicazione 19, in cui durante detta fase di accreditamento ciascun dispositivo di controllo (7<sub>i</sub>), a cui non è stato ancora  
20 assegnato un numero identificativo, quando riceve una richiesta di accreditamento genera un numero casuale (N<sub>RND</sub>) e trasmette detta replica con un ritardo che è funzione di detto numero casuale.
21. Metodo come da rivendicazione 14, in cui detto ritardo è pari  
25 alla durata temporale del messaggio contenente la richiesta, moltiplicata per detto numero casuale.
22. Metodo come da rivendicazione 13, 14 o 15, in cui ciascun dispositivo di controllo a cui è già stato assegnato il proprio numero identificativo trasmette su detto canale almeno una eco di ciascuna delle successive richieste di accreditamento.
- 30 23. Metodo come da rivendicazione 22, in cui in cui ciascun dispositivo di controllo a cui è già stato assegnato il proprio numero identificativo trasmette su detto canale almeno una eco di ciascuna delle

successive repliche.

24. Metodo come da una o più delle rivendicazioni 19 a 23,, in cui dette richieste di accreditamento e dette repliche contengono almeno:

- un numero progressivo (Pr\_N);
- 5 - un numero identificativo di mittente (ID\_sender);
- un campo con un comando (M4) di richiesta di una replica.

25. Metodo come da una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detta unità di raccolta (5) e detti dispositivi di controllo (7) sono fra loro collegati tramite una linea di alimentazione elettrica (3) di detti dispositivi  
10 elettrici (1), la quale costituisce detto canale di trasmissione, e lungo la quale vengono scambiate informazioni tra l'unità di raccolta ed i dispositivi di controllo tramite onde convogliate

26. Un segnale digitale per lo scambio di informazioni o comandi tra una unità di raccolta (5) ed una pluralità di dispositivi di controllo (7),  
15 detta unità di raccolta e detti dispositivi di controllo essendo tra loro collegati attraverso un canale di comunicazione (3) di dispositivi elettrici (1) associati a detti dispositivi di controllo, detto segnale venendo trasmesso su detto canale e comprendendo almeno:

- un campo contenente un numero progressivo di messaggio (Pr\_N);
- 20 - un campo contenente un numero identificativo di mittente (ID\_sender);
- un campo contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee);

27. Segnale digitale come da rivendicazione 26, comprendente un contatore (TTL).

25 28. Segnale digitale come da rivendicazione 25 o 26, trasmesso tramite onde convogliate su una linea di alimentazione elettrica costituente detto canale di comunicazione.

29. Un sistema comprendente una unità di raccolta (5) comprendente almeno un processore (15), una memoria (17) ed un  
30 dispositivo di trasmissione e ricezione (13), ed una pluralità di dispositivi di controllo (7), ognuno dei quali comprende almeno un processore (9), una memoria (11) ed un dispositivo di trasmissione e ricezione (12) ed è

interfacciato ad almeno un dispositivo elettrico (1), detta unità di raccolta (5) e detti dispositivi di controllo (7) essendo fra loro collegati tramite un canale di comunicazione,

5    ➤ in cui l'unità di raccolta (5) ed i dispositivi di controllo (7) sono programmati per scambiare tra detta unità di raccolta e detti dispositivi di controllo messaggi, ciascuno dei quali contiene almeno:

- un numero progressivo di messaggio (Pr\_N);
- un numero identificativo di mittente (ID\_sender),
- un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee);
- 10    - una porzione di contenuto informativo e/o di comandi eseguibili (M4);

➤ ed in cui ad ogni dispositivo di controllo ed a detta unità di raccolta è assegnato un proprio numero identificativo (ID\_i), detti messaggi essendo indirizzabili selettivamente ad un determinato dispositivo di controllo tramite detto numero identificativo di destinatario.

15

30. Sistema come da rivendicazione 29, in cui detti dispositivi di controllo sono programmati in modo tale che quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i) trasmette su detto canale (3) almeno un'eco del messaggio ricevuto.

20

31. Sistema come da rivendicazione 30, in cui il dispositivo di controllo (7) che ha generato una eco del messaggio ricevuto e indirizzato ad un diverso dispositivo di controllo è programmato per memorizzare temporaneamente una informazione identificativa di detto messaggio e non genera successive eco di detto messaggio finché l'informazione identificativa rimane memorizzata.

25

32. Sistema come da rivendicazione 31, in cui ciascun dispositivo di controllo (7) comprende una memoria, ed è programmato per memorizzare le informazioni identificative di messaggi di cui ha generato una eco in una lista temporanea contenente fino ad un numero massimo predeterminato di informazioni.

30

33. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 32, in cui



detti messaggi contengono un contatore (TTL).

34. Sistema come da rivendicazione 33, in cui i dispositivi di controllo sono programmati in modo tale che quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i), trasmette su detto canale (3) un'eco del messaggio ricevuto decrementando detto contatore (TTL) di un valore predeterminato.

35. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 34, in cui detta unità di raccolta invia a detti dispositivi di controllo messaggi di broadcast indirizzati a tutti i dispositivi di controllo connessi a detto canale, ed in cui detti messaggi di broadcast sono identificati da un numero progressivo (Pr\_B) diverso dai numeri progressivi che contraddistinguono i messaggi indirizzati a singoli dispositivi di controllo e contengono un contatore (TTL).

36. Sistema come da rivendicazione 35, in cui detti dispositivi di controllo sono programmati in modo tale per cui quando un dispositivo di controllo riceve un messaggio di broadcast trasmette su detto canale (3) un'eco del messaggio di broadcast, decrementando detto contatore (TTL) di un valore predeterminato.

37. Sistema come almeno da rivendicazione 30 o 36, in cui ciascun dispositivo di controllo (7) è programmato in modo tale che prima di trasmettere l'eco di un messaggio su detto canale (3), esso verifica il valore contenuto in detto contatore (TTL) e trasmette l'eco del messaggio su detto canale solo se il valore del contatore del messaggio ricevuto è superiore ad un valore minimo prestabilito.

38. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 30 a 37, in cui ciascun dispositivo di controllo è programmato per trasmettere una eco del messaggio ricevuto con un proprio ritardo ( $\Delta T$ ).

39. Sistema come da rivendicazione 38, in cui ciascun dispositivo di controllo è programmato per trasmettere detta eco con un ritardo determinato in funzione del numero identificativo (ID\_i) assegnato a detto dispositivo di controllo.

40. Sistema come da rivendicazione 39, in cui detto ritardo è pari alla durata del messaggio ( $T_m$ ) moltiplicata per il numero identificativo ( $ID_i$ ) del rispettivo dispositivo di controllo.

41. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 40, in cui ciascun dispositivo di controllo (7) è programmato in modo tale che quando esso riceve un messaggio contenente come numero identificativo di destinatario ( $ID_{addressee}$ ) il proprio numero identificativo ( $ID_i$ ) esso trasmette su detto canale un messaggio di risposta nel quale:

- il numero identificativo di mittente ( $ID_{sender}$ ) corrisponde al numero  
10      identificativo di destinatario ( $ID_{addressee}$ ) del messaggio ricevuto;
- il numero identificativo di destinatario ( $ID_{addressee}$ ) corrisponde al  
    numero identificativo di mittente ( $ID_{sender}$ ) del messaggio ricevuto;
- il numero progressivo ( $Pr_N$ ) è uguale al numero progressivo del  
    messaggio ricevuto incrementato di un valore predeterminato;
- 15    - e la porzione di contenuto informativo e/o di comando (M4) contiene  
    una risposta al messaggio ricevuto.

42. Sistema come da rivendicazione 41, in cui detto numero progressivo ( $Pr_N$ ) nel messaggio di risposta è pari al numero progressivo del messaggio ricevuto incrementato di una unità.

20      43. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 30 a 42, in cui ciascun dispositivo di controllo è programmato in modo tale che quando esso ha ricevuto un primo messaggio contenente un numero identificativo di destinatario ( $ID_{addressee}$ ) diverso dal proprio numero identificativo ( $ID_i$ ), cessa di trasmettere l'eco di detto messaggio quando riceve un messaggio  
25      di risposta a detto primo messaggio.

44. Sistema come da rivendicazione 41 e 43, in cui ciascun dispositivo di controllo è programmato in modo tale che la trasmissione di un'eco di un primo messaggio viene inibita quando detto dispositivo di controllo riceve un secondo messaggio contenente un numero progressivo  
30      ( $Pr_N$ ) pari al numero progressivo del primo messaggio incrementato di una unità.

45. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 44, in cui

l'unità di raccolta ed i dispositivi di controllo sono programmati per assegnare di volta in volta come valore iniziale a detto contatore (TTL) il numero complessivo (n) di dispositivi di controllo (7) connessi a detto canale (3).

5        46. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 45, in cui detta unità di raccolta e detti dispositivi di controllo sono programmati per eseguire una fase iniziale di accreditamento dei dispositivi di controllo (7) da parte dell'unità di raccolta (5), durante la quale detta unità di raccolta assegna a ciascun dispositivo di controllo il rispettivo numero identificativo (ID<sub>i</sub>).

10        47. Sistema come da rivendicazione 46, in cui:

- in detta unità di raccolta è memorizzato il numero totale (n) di dispositivi di controllo connessi a detto canale;
- l'unità di raccolta (5) è programmata per trasmettere, durante detta fase di accreditamento, su detto canale ripetutamente una richiesta di  
15        accreditamento;
- i dispositivi di controllo sono programmati in modo tale che ciascun dispositivo di controllo, a cui non è stato ancora assegnato un numero identificativo (ID<sub>i</sub>) da parte di detta unità di raccolta, trasmette su detto canale (3) con un ritardo ( $\Delta T$ ) una replica alla richiesta di  
20        accreditamento, la replica contenendo un numero seriale (Ser<sub>N</sub>) univocamente correlato a detto dispositivo di controllo;
- detta unità di raccolta è programmata per elaborare unicamente la prima delle repliche ricevute, abbinando al rispettivo numero seriale (Ser<sub>N</sub>) in esso contenuto un numero identificativo univoco (ID<sub>i</sub>) ed  
25        inviando detto numero identificativo al dispositivo di controllo cui corrisponde detto numero seriale tramite un messaggio ad esso indirizzato;
- ed i dispositivi di controllo sono programmati in modo tale che il  
30        dispositivo di controllo che riceve detto numero identificativo lo memorizza e cessa di rispondere alle eventuali successive richieste di accreditamento emesse dall'unità di raccolta.

48. Sistema come da rivendicazione 47, in cui detti dispositivi di

controllo sono programmati in modo tale che durante detta fase di accreditamento ciascun dispositivo di controllo (7), a cui non è stato ancora assegnato un numero identificativo, quando riceve una richiesta di accreditamento genera un numero casuale (N\_RND) e trasmette detta  
5 replica con un ritardo che è funzione di detto numero casuale.

49. Sistema come da rivendicazione 48, in cui detto ritardo è pari alla durata temporale del messaggio contenente la richiesta, moltiplicata per detto numero casuale.

50. Sistema come da rivendicazione 47, 48 o 49, in cui i dispositivi  
10 di controllo sono programmati in modo tale che ciascun dispositivo di controllo, a cui è già stato assegnato il proprio numero identificativo (ID\_i), trasmette su detto canale almeno un'eco di ciascuna delle successive richieste di accreditamento e/o delle successive repliche.

51. Sistema come da rivendicazione 47, 48, 49 o 50, in cui dette  
15 richieste di accreditamento e dette repliche contengono:

- un numero progressivo (Pr\_N);
- un numero identificativo di mittente (ID\_sender);
- un campo con un comando di richiesta di una replica (M4).

52. Sistema come da una o più delle rivendicazioni 29 a 51, in cui  
20 detto canale di comunicazione è costituito da una linea di alimentazione elettrica (3) di detti dispositivi elettrici, la trasmissione avvenendo tramite onde convogliate, i dispositivi di trasmissione e ricezione comprendendo rispettivi modem.

53. Un dispositivo di controllo (7) per dispositivi elettrici (1)  
25 comprendente almeno un processore (9), una memoria (11), una connessione ad un corrispondente dispositivo elettrico (1), ed un dispositivo di trasmissione e ricezione (12) su un canale di comunicazione per la ricezione e la trasmissione di informazioni e/o di comandi, a cui è assegnato un numero identificativo (ID\_i), detto dispositivo di controllo essendo  
30 programmato per ricevere e trasmettere tramite detto canale di comunicazione messaggi, ciascuno dei quali contiene almeno:

- un numero progressivo di messaggio (Pr\_N);

- un numero identificativo di mittente (ID\_sender),
- un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee);
- una porzione di contenuto informativo e/o di comandi eseguibili (M4);

5        54. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 53, programmato in modo tale che quando esso riceve da detto canale tramite il proprio dispositivo di trasmissione e ricezione (12) un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i), trasmette su detto canale (3) almeno un'eco del messaggio ricevuto.

10       55. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 54, programmato in modo tale da memorizzare temporaneamente una informazione identificativa di ciascun messaggio di cui genera una eco e da non generare eco successive di detto messaggio finché l'informazione identificativa rimane memorizzata.

15       56. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 55, programmato per memorizzare le informazioni identificative di messaggi di cui ha generato una eco in una lista temporanea informazioni identificative relative ad un numero massimo di detti messaggi.

20       57. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 53 a 56, in cui ciascuno di detti messaggi contiene un contatore (TTL).

25       58. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 57, in cui ciascun dispositivo di controllo è programmato in modo tale che quando riceve un messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero di destinatario (ID\_i) trasmette su detto canale (3) un'eco del messaggio ricevuto decrementando detto contatore (TTL) di un valore predeterminato.

30       59. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 53 a 58, programmato per ricevere messaggi broadcast indirizzati ad un dispositivo generico, e per trasmettere su detto canale echi di detti messaggi broadcast, detti messaggi broadcast contenendo un contatore (TTL) e detto dispositivo di controllo essendo programmato per generare una eco del messaggio di broadcast solo se il contatore non contiene un numero

inferiore ad un valore minimo prestabilito.

60. Dispositivo di controllo come almeno da rivendicazione 57 o 59, programmato in modo tale che prima di trasmettere l'eco di detto messaggio su detto canale (3), esso verifica il valore contenuto in detto  
5- contatore (TTL) e trasmette l'eco del messaggio su detto canale solo se il valore del contatore del messaggio ricevuto è superiore ad un valore minimo prestabilito.

61. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 54 a 60, programmato per trasmettere detta eco del messaggio ricevuto con  
10 un proprio ritardo ( $\Delta T$ ).

62. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 61, in cui detto ritardo è determinato in funzione del proprio numero identificativo (ID\_i).

63. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 62, in cui detto ritardo ( $\Delta T$ ) è pari alla durata del messaggio ( $T_m$ ) moltiplicata per il numero  
15 identificativo (ID\_i) del dispositivo di controllo.

64. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 54 a 63, programmato in modo tale che quando esso riceve un messaggio contenente come numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) il proprio numero identificativo (ID\_i), esso trasmette su detto canale un  
20 messaggio di risposta nel quale:

- il numero identificativo di mittente (ID\_sender) corrisponde al numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) del messaggio ricevuto;
- il numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) corrisponde al numero identificativo di mittente (ID\_sender) del messaggio ricevuto;
- 25 - il numero progressivo (Pr\_N) è uguale al numero progressivo del messaggio ricevuto incrementato di un valore predeterminato;
- e la porzione di contenuto informativo e/o di comando contiene una risposta al messaggio ricevuto.

65. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 64, in cui detto  
30 numero progressivo nel messaggio di risposta è pari al numero progressivo del messaggio ricevuto incrementato di una unità.

66. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni

54 a 65, programmato in modo tale che quando esso ha ricevuto un primo messaggio contenente un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee) diverso dal proprio numero identificativo (ID\_i), cessa di trasmettere l'eco di detto messaggio quando riceve da detto canale un  
5 messaggio di risposta a detto primo messaggio.

67. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 64 e 66, programmato in modo tale che la trasmissione di un'eco di un primo messaggio viene inibita quando detto dispositivo di controllo riceve un secondo messaggio contenente un numero progressivo (Pr\_N) pari al  
10 numero progressivo del primo messaggio incrementato di una unità.

68. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 53 a 67, programmato per eseguire una fase iniziale di accreditamento da parte di una unità di raccolta (5) connessa a detto canale di alimentazione, durante la quale detta unità di raccolta assegna a ciascun dispositivo di  
15 controllo (7) il proprio numero identificativo (ID\_i).

69. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 68, programmato in modo tale da: trasmettere con un ritardo ( $\Delta T$ ), su richiesta da parte di un comando ricevuto da detto canale, una replica ad una richiesta di accreditamento, la replica contenendo un numero seriale (Ser\_N)  
20 univocamente correlato a detto dispositivo di controllo; e da ricevere e memorizzare un numero identificativo (ID\_i) da una unità di controllo connessa a detto canale, a seguito del ricevimento di detto numero identificativo il dispositivo di controllo cessando di rispondere alle eventuali successive richieste di accreditamento provenienti da detto canale.

70. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 69, programmato in modo tale che durante detta fase di accreditamento, in risposta ad una richiesta di accreditamento, esso genera un numero casuale (N\_RND) e trasmette detta replica con un ritardo che è funzione di detto  
25 numero casuale.

71. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 70, in cui detto ritardo è pari alla durata temporale del messaggio contenente la richiesta, moltiplicata per detto numero casuale.  
30

72. Dispositivo di controllo come da rivendicazione 69, 70 o 71 in cui dette repliche contengono:

- un numero progressivo (Pr\_N);
- un numero identificativo di mittente (ID\_sender);
- 5 - un campo con un comando di richiesta di una replica (M4).

73. Dispositivo di controllo come da una o più delle rivendicazioni 53 a 72, in cui detto dispositivo di trasmissione e ricezione (12) comprende un modem per la trasmissione tramite onde convogliate su una linea di alimentazione elettrica (3) formante detto canale di comunicazione.



Metodo e relativo protocollo per la trasmissione di informazioni tra una unità di raccolta ed una pluralità di dispositivi di controllo e sistema impiegante detto metodo

5

#### Riassunto

Viene descritto un metodo di comunicazione fra una unità di raccolta (5) ed una pluralità di dispositivi di controllo (7i), ognuno dei quali è associato ad almeno un dispositivo elettrico (1i), tramite un canale di comunicazione.

10 Fra l'unità di raccolta (5) ed i dispositivi di controllo (7i) vengono scambiati messaggi, ciascuno dei quali contiene almeno:

- un numero progressivo di messaggio (Pr\_N);
- un numero identificativo di mittente (ID\_sender),
- un numero identificativo di destinatario (ID\_addressee);

15 ➤ una porzione di contenuto informativo e/o di comandi eseguibili (M4).

Ad ogni dispositivo di controllo ed all'unità di raccolta è assegnato un proprio numero identificativo (ID\_i). I messaggi sono così indirizzabili selettivamente ad un determinato dispositivo di controllo tramite detto numero identificativo di destinatario.

20

(Fig.1)

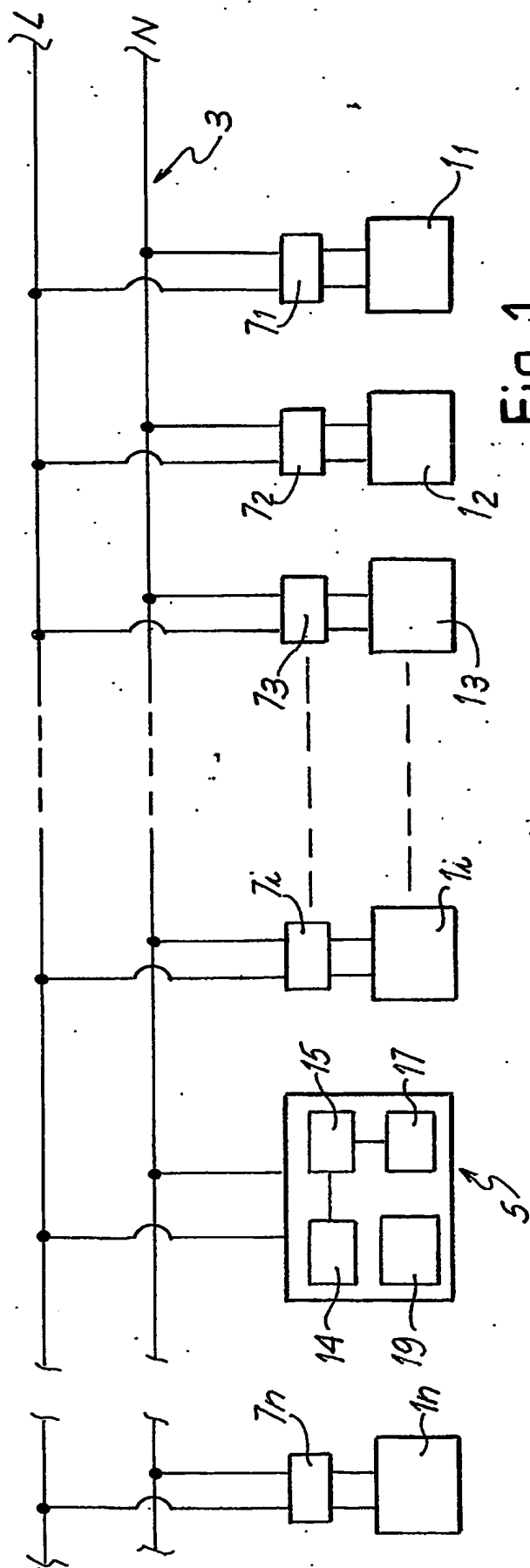
$\frac{1}{7}$ 

Fig. 1

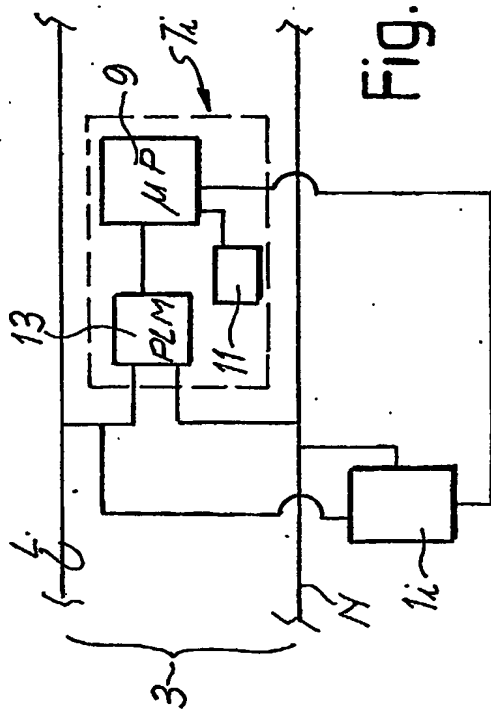
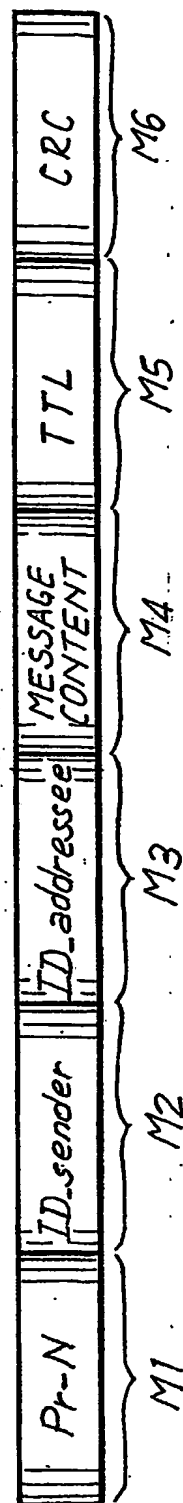
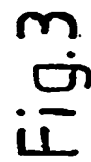


Fig. 2



2/7

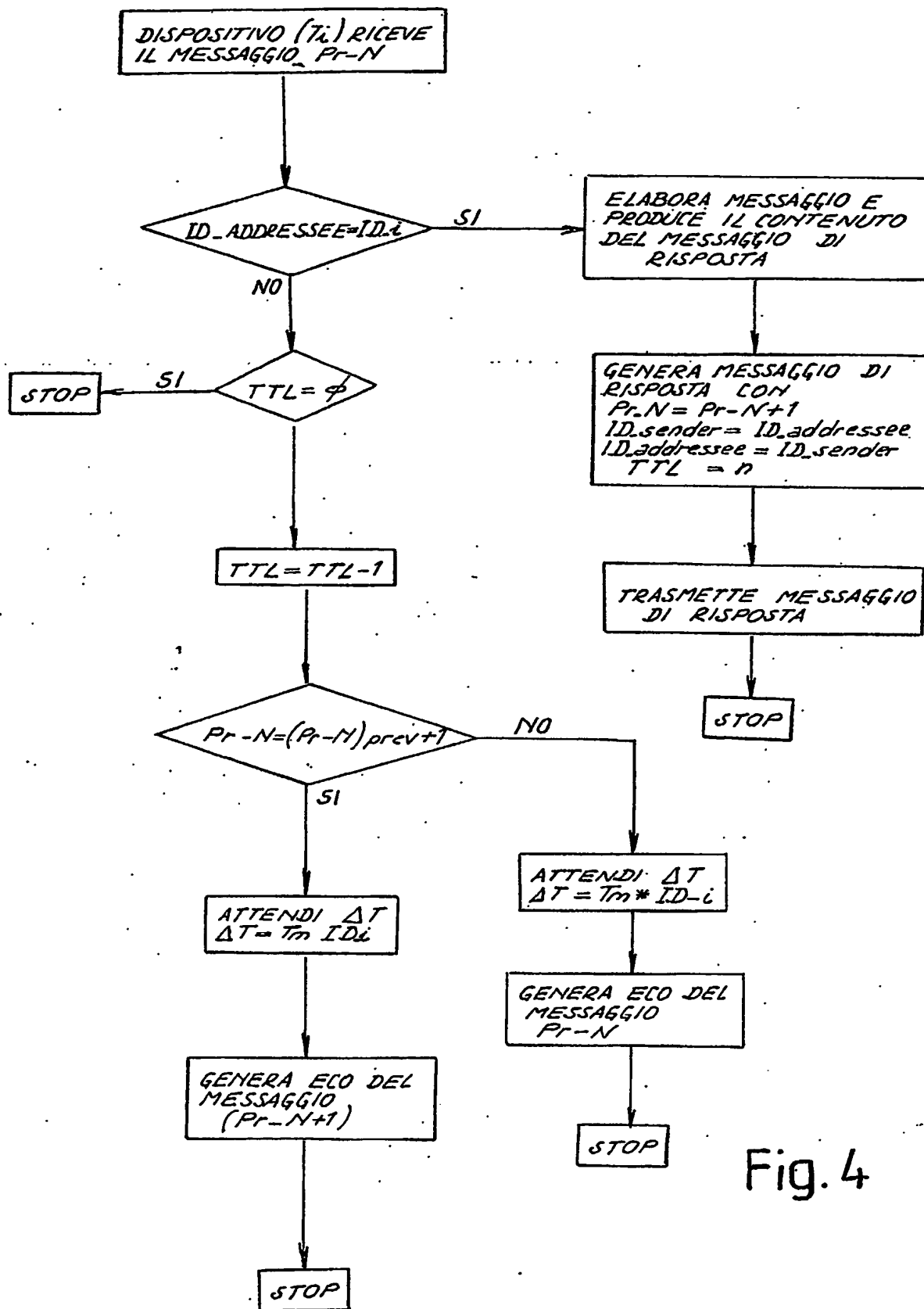


Fig. 4

3/i

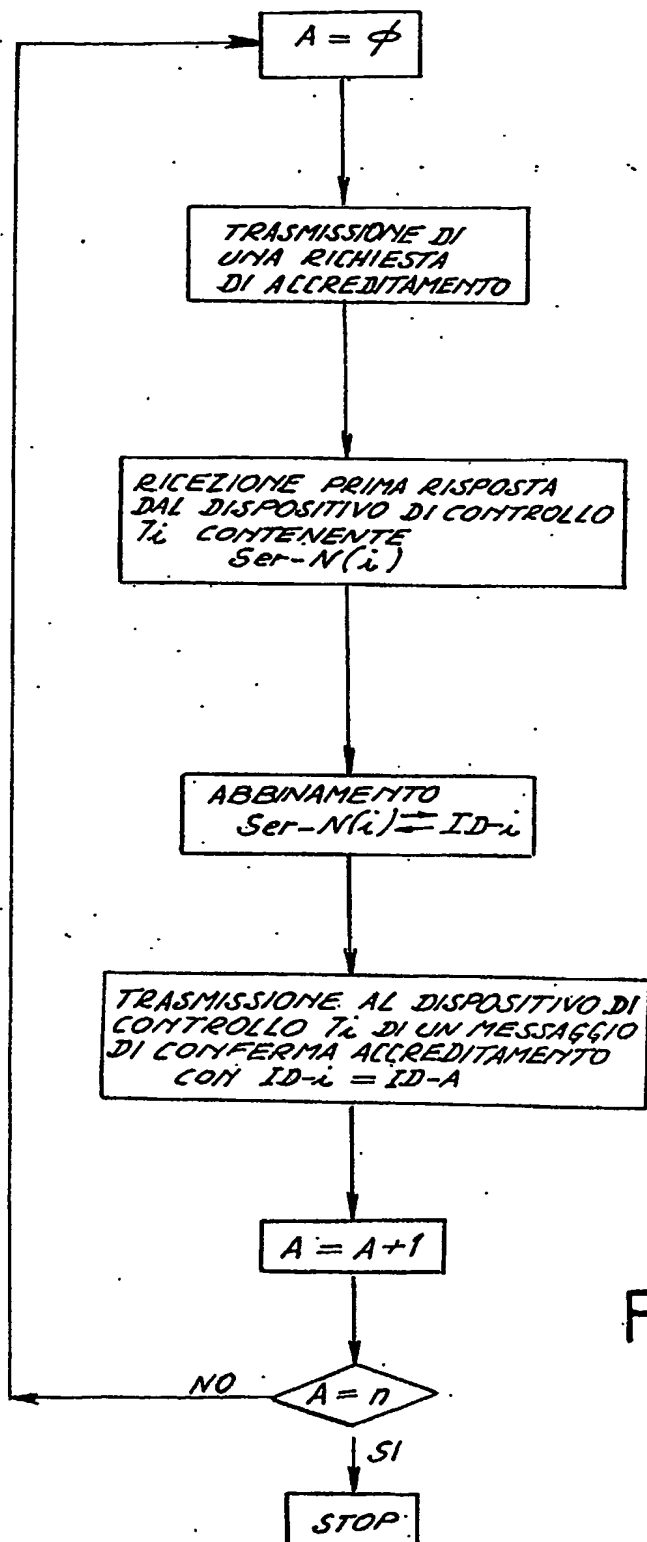


Fig. 5

4/7

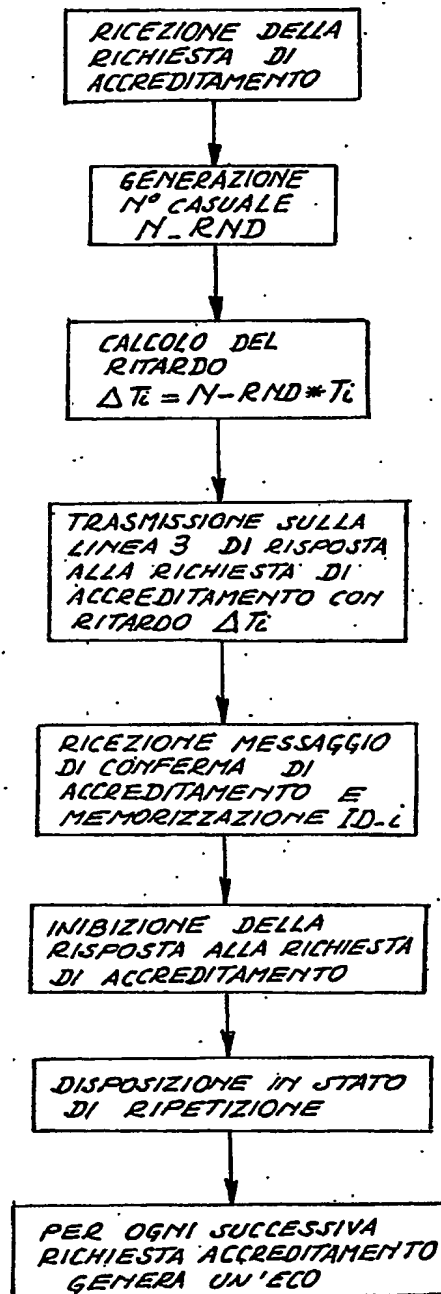


Fig.6

5/7

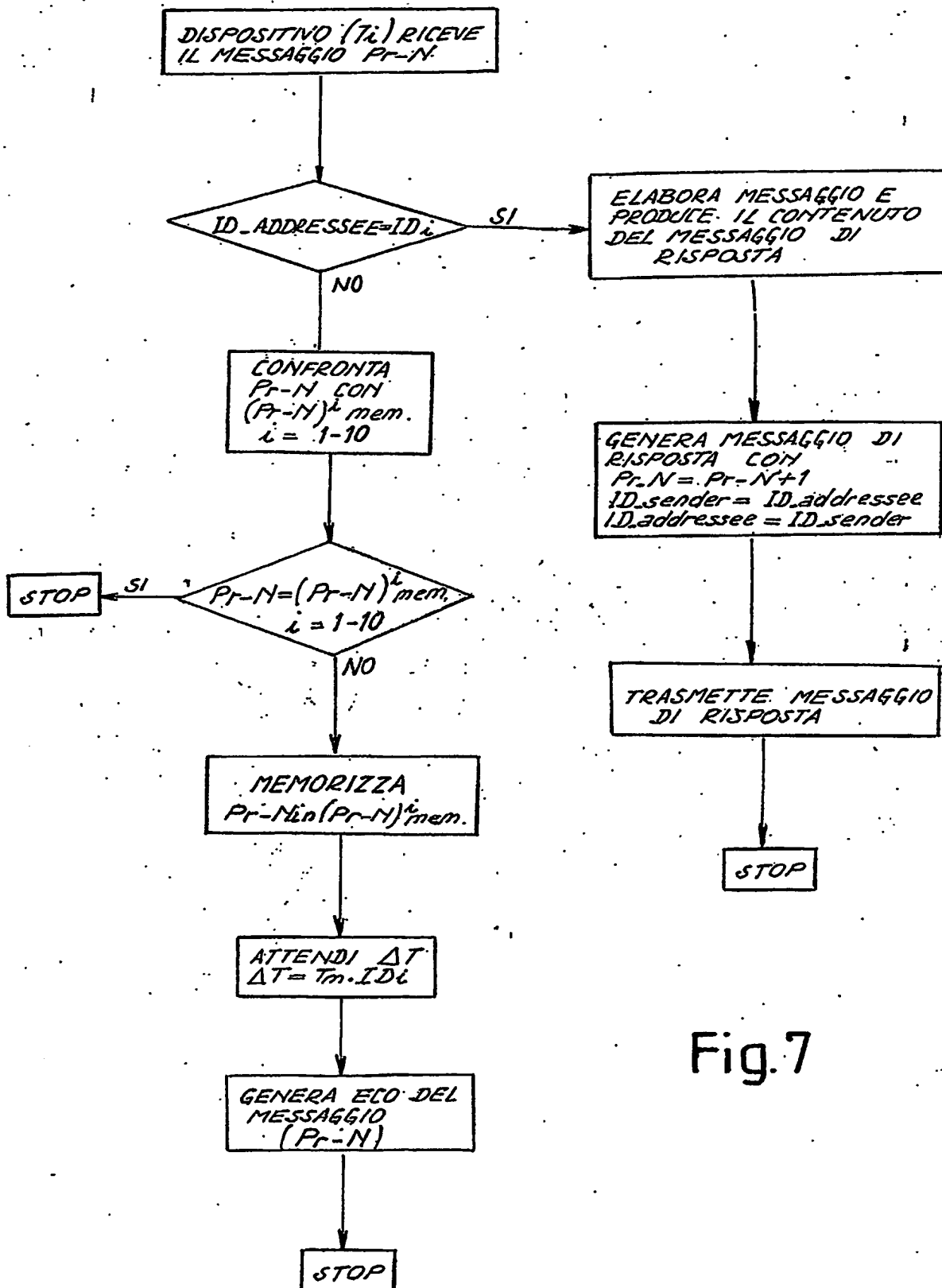


Fig.7

6/7

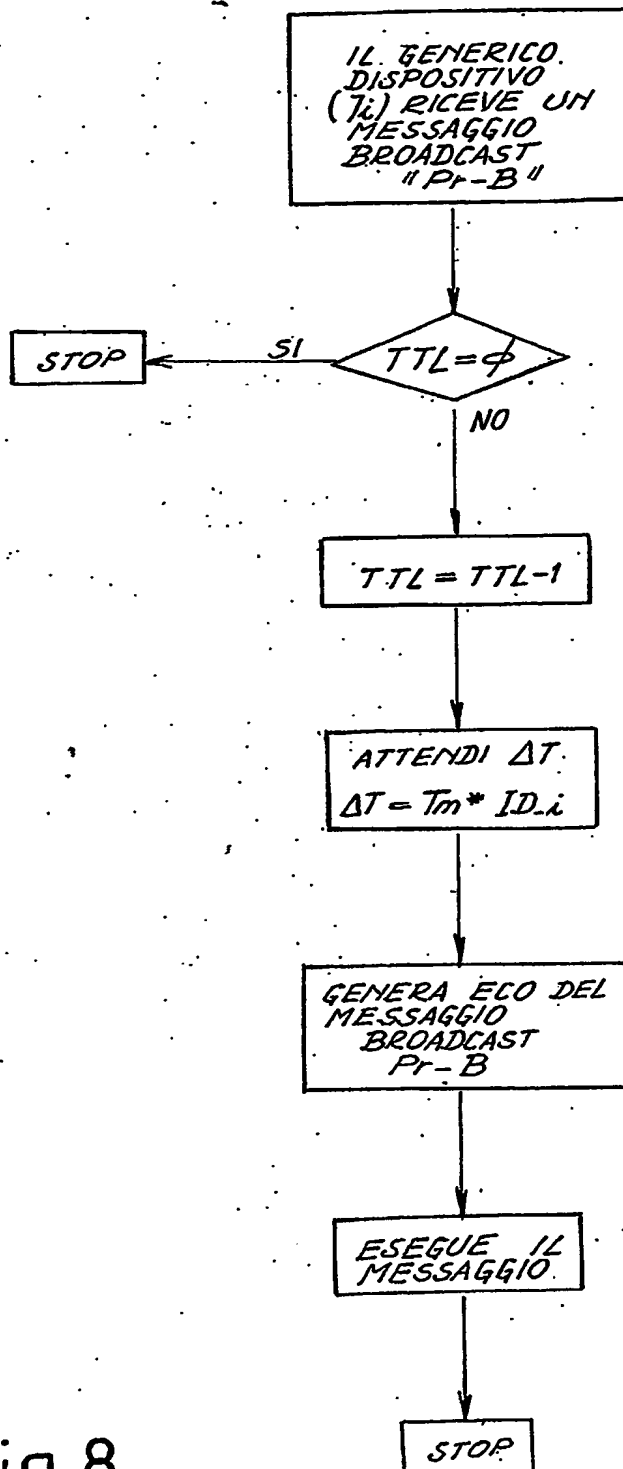


Fig. 8

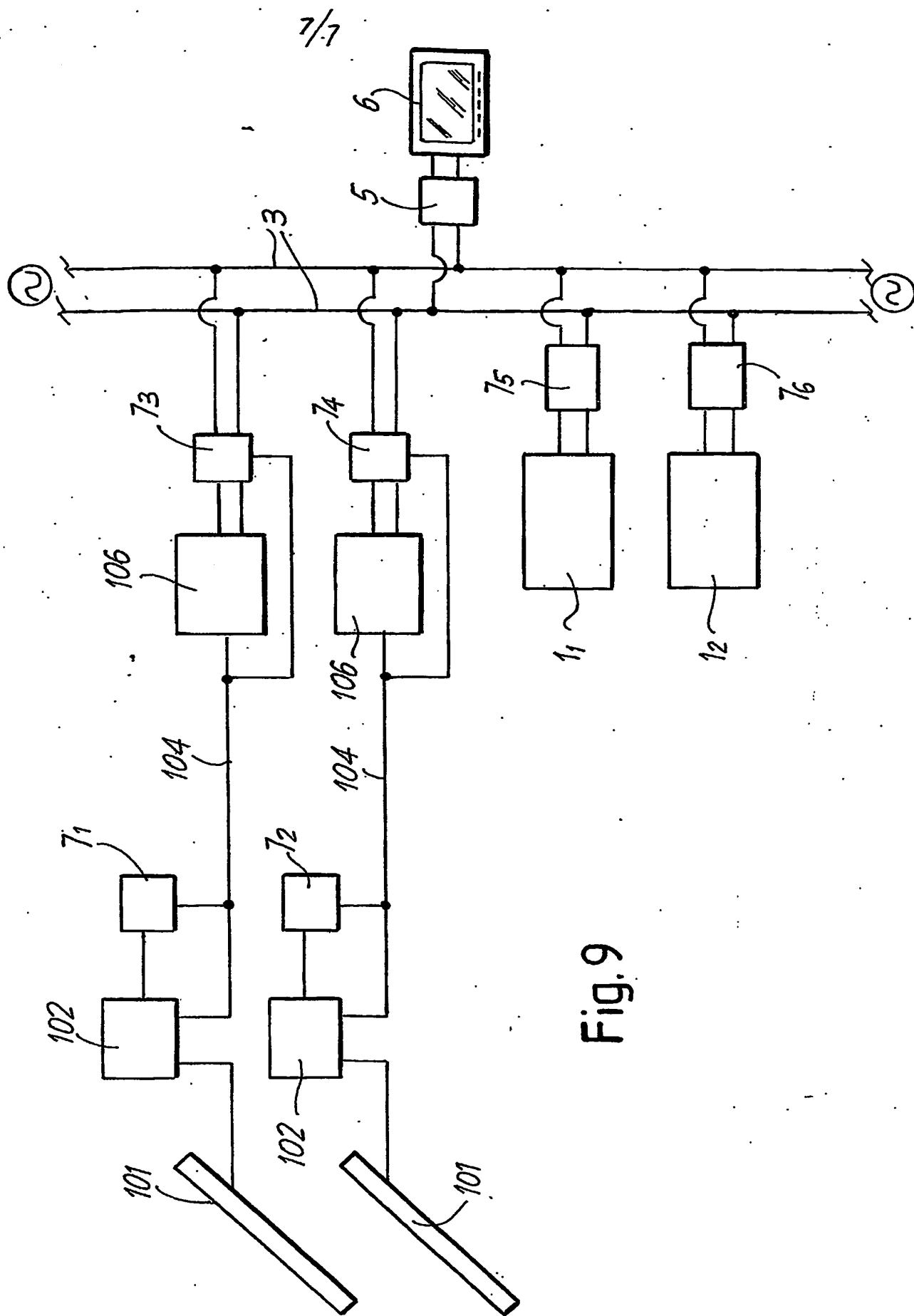


Fig. 9



ITEM 04 149



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**